

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-172974

(43)Date of publication of application : 11.07.1995

(51)Int. Cl.

C30B 15/02

C30B 15/10

H01L 21/208

(21)Application number : 05-318160

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 17.12.1993

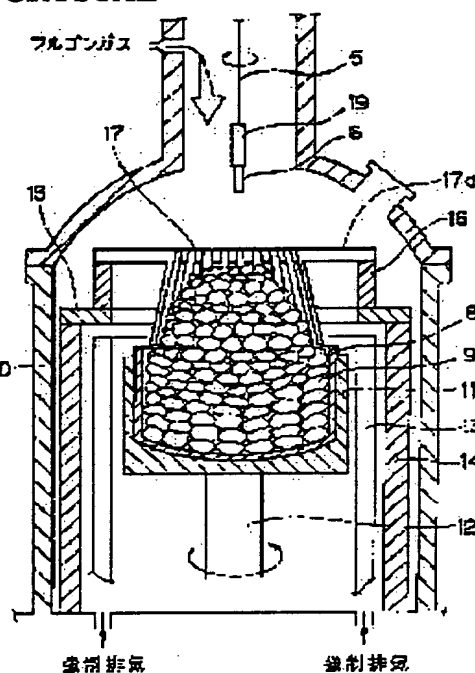
(72)Inventor : HOSOKI YOSHISATO

## (54) APPARATUS FOR PULLING UP SEMICONDUCTOR SINGLE CRYSTAL

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable the melting of a large amount of semiconductor raw material at a time and the pull-up of a large-sized semiconductor single crystal without using a rod-shaped semiconductor raw material.

**CONSTITUTION:** A quartz crucible 8 is covered with a tapered quartz cylinder 17 and granular silicon raw material 9 is filled in the crucible 8 and the cylinder 17. The silicon raw material 9 in the crucible 8 is melted by heating the crucible 8 and, according to the progress of the melting, the silicon raw material 9 in the cylinder 17 is dropped into the crucible 8 and melted. A sufficient amount of molten silicon is formed in the crucible 8 by this procedure. A seed crystal 6 attached to a pull-up wire 5 is immersed in the molten silicon and a silicon single crystal is pulled up from the molten silicon.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-172974

(43) 公開日 平成7年(1995)7月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 3 0 B- 15/02

15/10

H 0 1 L 21/208

T

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全5頁)

(21) 出願番号

特願平5-318160

(22) 出願日

平成5年(1993)12月17日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 細 木 芳 悟

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会

社東芝堀川町工場内

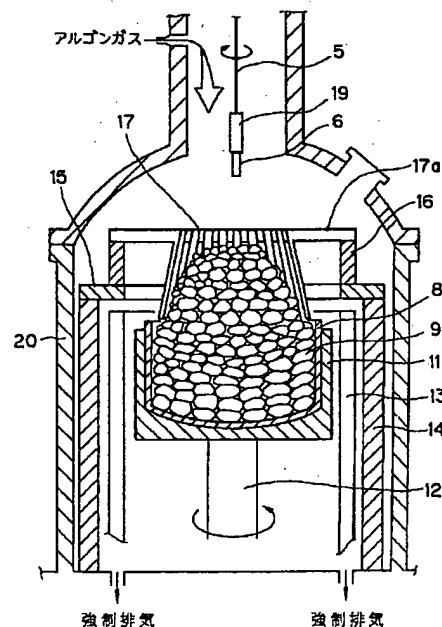
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 半導体単結晶引上装置

(57) 【要約】

【目的】 棒状半導体原料を使用することなく、大量の半導体原料を一度に溶解し、大量の半導体単結晶を引上げることができる。

【構成】 石英製のるつぼ8には末広がりの石英製の円筒体17が被せられ、これらのるつぼ8と円筒体17とは塊状のシリコン原料9が充填されている。るつぼ8の加熱によってるつぼ8内のシリコン原料9が溶解され、これに伴い円筒体17内のシリコン原料9がるつぼ8内に落下して溶解される。これによって、るつぼ8には充分な量のシリコン融液が生成される。この後に、引上げワイヤー5に取付けられた種結晶6がシリコン融液に浸漬され、シリコン単結晶が引上げられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体原料を溶融しこの溶融半導体原料に種結晶を浸漬して、半導体単結晶を引上げる半導体単結晶引上装置において、るつぼと、上記るつぼの上方に保持され、上記るつぼの内径以下の下部内径と上記るつぼ内径よりも小径でかつ引上げ単結晶の外径よりも大きい上部内径とを有する末広りの円筒体と、上記円筒体の内部に挿通し、溶融半導体原料に上記種結晶を浸漬する引上げ具とを具備し、上記るつぼと上記円筒体とに上記半導体原料を充填した状態で、上記るつぼ内の半導体原料を加熱溶融することを特徴とする半導体単結晶引上装置。

【請求項2】上記半導体はシリコンであり、上記るつぼ及び上記円筒体は共に、石英製であり、上記円筒体の側壁には少なくとも二箇所以上に開口が穿設され、上記開口の総面積は、上記円筒体側面の面積の約50%以上であることを特徴とする請求項1に記載の半導体単結晶引上装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体単結晶引上装置に係り、特にシリコン原料を溶融し、この溶融シリコン原料に種結晶を浸漬して、シリコン単結晶を引上げる半導体単結晶引上装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路が種々の産業分野に大量に使用されるに伴い、半導体集積回路の素材であるシリコン単結晶の生産も急増している。このシリコン単結晶の生産は、シリコン原料をるつぼに溶解し、この溶融シリコンにシリコン種結晶を浸漬して、シリコン単結晶を引上げることによって行われている。このようなシリコン単結晶の大量生産方法は、特開昭56-88896号公報や同57-183392号公報や同58-36997号公報や同62-278188号公報や同63-319287号公報や特開平1-294589号公報や特開平2-83292号公報に開示されているようにシリコン原料をるつぼに連続的に投入して溶解する連続式溶解方法と、特開平2-188487号公報に開示されているように大量のシリコン原料をるつぼに投入し一度に溶解するバッチ式溶解方法とに大別される。

【0003】図5は前者の連続式溶解方法を実施するシリコン単結晶引上装置を概略的に示したもので、二重構造のるつぼ1は隔壁1aによって内槽と外槽とに区画され、この外槽に原料投入装置2から粒状のシリコン多結晶原料3が連続的に投入される。この投入された粒状シリコン多結晶原料3は加熱溶解されてシリコン融液4が連続的に生成され、引上げワイヤー5に取付けられた種結晶6によってシリコン単結晶7が引上げられる。

【0004】このような連続式溶解方法は、シリコン多結晶原料3を連続的に溶解することができるため、シリ

コン単結晶の大量生産には非常に好適である。しかしながら、粒状のシリコン多結晶原料3を投入する原料投入装置2の構造が複雑であり、かつ装置全体の価格も高価であるといった問題を有する。更に、連続式溶解方法では、粒状シリコン多結晶原料は流動床法によって製造されるため純度があまり高くなく、かつ1~25ppbw%程度の水素を含有し、この水素がシリコン多結晶原料の加熱溶解時に破裂してシリコン融液の跳ね現象を引起し炉内を汚染し、これによって引上結晶の多結晶化が起り易く、良品歩留まりの低下を招来するといった問題もある。

【0005】図6はバッチ式溶解方法を実施するシリコン単結晶引上装置を示したもので、図6の(a)に示したように石英製のるつぼ8に塊状のシリコン原料9を可能な限り大量に收容し、これを加熱溶解して、図6の

(b)に示したようにシリコン融液4を生成する。次いで、図6の(c)に示したようにモリブデン製の引上げワイヤー5に吊り下げた棒状のシリコン原料10をシリコン融液4に浸漬して追加溶解して、石英製のるつぼ8の容積に見合ったできるだけ多量のシリコン融液4を生成する。なお、この時に棒状シリコン原料10はクラック損傷などの欠陥が存在すると、追加溶解時の熱応力によって割れてしまうため、欠陥の存在しないものが使用される。

【0006】この後に、図6の(d)に示したように残った棒状シリコン原料10を引上げワイヤー5から取り外して、代わりに種結晶6を取付ける。こうして引上げワイヤー5に取付けられた種結晶6を、図6の(e)に示したようにシリコン融液4に浸漬して、シリコン単結晶7を引上げる。このように、バッチ式溶解方法は、装置全体が比較的簡単かつ安価な構造であり、また粒状のシリコン多結晶原料を使用する必要がないため、粒状シリコン多結晶原料の使用に起因する引上結晶の多結晶化などの問題は存在しない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述のバッチ式溶解方法は、シリコン原料の大量溶解を行うためには棒状シリコン原料の追加溶解を必要とし、この棒状シリコン原料の追加溶解に起因して以下の種々の問題が存在する。即ち、棒状シリコン原料として欠陥の存在しないものを使用しなければならないため、シリコン原料のコストが高価となる問題に加えて、追加溶解する操作が複雑で手間が掛かり、引上装置の稼働率が低下するといった問題も存在する。更に、棒状シリコン原料の残りを種結晶と取替えるために、例えばゲートバルブによるメルト室からのアイソレートを行う機構などの特別な機能を引上装置に付設する必要があるといった問題もある。なお、以上では、半導体単結晶引上装置としてシリコン単結晶引上装置を例にとりて説明したが、このような問題は、シリコンに限らずその他の半導体についても同様

にいえることである。

【0008】そこで、本発明の目的は、棒状半導体原料を使用することなく、大量の半導体原料を一度に溶解し、大量の半導体単結晶を引上げることができる半導体単結晶引上装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、半導体原料を溶解しこの溶解半導体原料に種結晶を浸漬して、半導体単結晶を引上げる半導体単結晶引上装置において、るつぼと、上記るつぼの上方に保持され、上記るつぼの内径以下の下部内径と上記るつぼ内径よりも小径でかつ引上げ単結晶の外径よりも大きい上部内径とを有する末広りの円筒体と、上記円筒体の内部に挿通し、溶解半導体原料に上記種結晶を浸漬する引上げ具とを具備し、上記るつぼと上記円筒体とに上記半導体原料を充填した状態で、上記るつぼ内の半導体原料を加熱溶解することを特徴とするものである。

【0010】この構成にあつては、上記半導体はシリコンであり、上記るつぼ及び上記円筒体は共に、石英製であり、上記円筒体の側壁には少なくとも二箇所以上に開口が穿設され、上記開口の総面積は、上記円筒体側面の面積の約50%以上であることが好ましい。また、上記開口は上下方向に延在したほぼ矩形形状であり、周方向にほぼ等角度間隔で格子状に多数穿設されていることが望ましい。

【0011】

【作用】半導体原料がるつぼ及び円筒体の内部に充填され、その後るつぼ内の半導体原料が加熱溶解される。このるつぼ内の半導体原料の加熱溶解によって、円筒体内の半導体原料がるつぼ内に落下し溶解される。こうして、全部の半導体原料が溶解された後に、引上げ具は、この溶解半導体に種結晶を浸漬して半導体単結晶を引上げる。

【0012】円筒体は下方に末広りの円筒形状であるため、るつぼ内の半導体原料の加熱溶解時に、円筒体に充填された半導体原料を全てるつぼ内に落下させることができる。このように、半導体原料は、るつぼだけでなく、その上の円筒体内部にも充填されるので、るつぼに充分な量の溶解半導体を生成することができ、従って、従来のバジ式溶解方法のような棒状半導体原料の追加溶解を必要としない。

【0013】

【実施例】以下に本発明による半導体単結晶引上装置の実施例を図5及び図6と同部分には同一符号を付して示した図1乃至図4を参照して説明する。図1において、石英製のるつぼ8はカーボン製のるつぼ11に收容され、このカーボン製のるつぼ11はシャフト12によって回転可能に支持されている。カーボン製のるつぼ11の外周囲はカーボンヒーター13によって取囲まれ、このカーボンヒーター13の外周囲には保温筒14が配置され

ている。この保温筒14の上端面には上部保温板15が取付けられ、この上部保温板15には保持円筒16が載置され、この保持円筒16の上端には石英製の円筒体17の上部フランジ部17aが載置されている。

【0014】このように、石英製の円筒体17は、るつぼ8の上方に位置するように保持円筒16から吊下げられている。この石英製の円筒体17は、図2に明示したように下方に広がった末広がり形状であり、従って、上部内径D1よりも下部内径D2の方が大きく定められている。この上部内径D1は、引上げ単結晶の外径よりも大きくなるように定められ、また下部内径D2はるつぼ8の内径以下、好ましくはるつぼ8の内径よりも僅かに小さくなるように定められている。従って、円筒体17は、その側面と上面とのなす角度 $\theta$ が $90^\circ$ よりも小さい。

【0015】また、円筒体17の側面には、上下方向に延在した矩形形状の開口18が周方向にほぼ等角度間隔で格子状に多数穿設されている。なお、これらの開口18は格子状の矩形形状に限ることなく、図3に示したような円形や、楕円形や、正方形など任意の形状に定めることができる。図1に示したように、円筒体17の上方には引上ワイヤー5が配置され、引上ワイヤー5にはチャック19によって種結晶6が取付けられている。上述した全ての部材は、容器20内に收容されている。

【0016】次に、この実施例の作用を説明する。塊状のシリコン原料9がるつぼ8一杯に充填された後に、円筒体17の上部フランジ17aを保持円筒16に載置し、この円筒体17内に塊状シリコン原料9を充填する。この後に、カーボンヒーター13に通電してるつぼ8内の塊状シリコン原料9を加熱溶解する。このるつぼ8内の塊状シリコン原料9が溶解するにつれて、円筒体17内の塊状シリコン原料9がるつぼ8内に徐々に降下して溶解される。

【0017】全ての塊状シリコン原料9が溶解した後に、種結晶6がシリコン融液に浸漬され、シリコン単結晶が引上げられる。なお、以上の操作は、アルゴンガス雰囲気容器20内で行われる。このような構成によると、例えば80Kgの塊状シリコン原料9をるつぼ8内に充填し、更に30Kgの塊状シリコン原料9を円筒体17内に充填したところ、8インチ直径のシリコン単結晶を約90Kg引上げることができた。

【0018】次に、円筒体17を下方に末広がり形状、即ち図2の角度 $\theta$ を $90^\circ$ よりも小さく定めた理由を説明する。円筒体17の側面形状を、内径が一定の円筒、または上部内径D1が下部内径D2よりも大きい下細り形状とした場合には、塊状シリコン原料が円筒体の下端の内壁に引っ掛かりブリッジを形成してしまい、シリコン原料を完全には溶解することができないことがある。そこで、このような円筒体下端でのシリコン原料のブリッジ形成を回避するために、円筒体17は下方に末広が

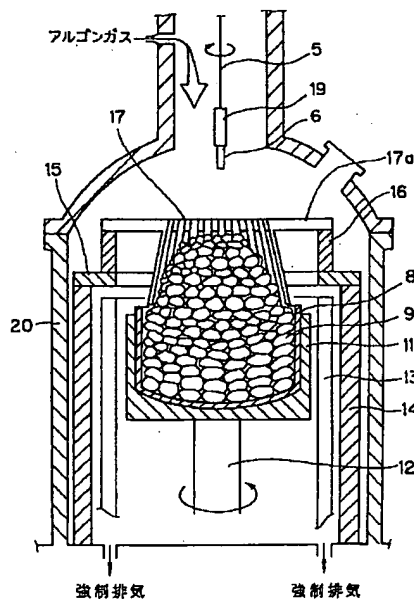
りの円筒形状に定められる。

【0019】次に、円筒体17の側面の格子状の開口18の作用について説明する。図4は、横軸に開口18の総面積 $s$ と円筒体17の側面の面積 $S$ との面積比 $s/S$ (%)をとり、縦軸にシリコン単結晶の無転位化率(%)をとったグラフである。このグラフから分かるように、面積比がほぼ50%以下であると無転位化率が悪化し、50%以上であると無転位化率が好転する。この理由としては、面積比が約50%以下であると、単結晶引上げ空間の上方の温度環境が悪くなるためと思われる。従って、開口18の総面積は、円筒体17の側面の面積の約50%以上に定めることが望ましい。

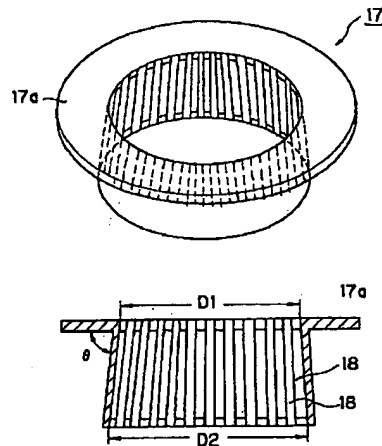
【0020】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本発明によれば、半導体原料がるつばに加えて円筒体にも充填されるため、棒状半導体原料を使用することなく、充分な量の熔融半導体原料を得ることができ、従って大量の半導体単結晶を引上げることができる。また、円筒体は下方に末広りの円筒形状であるため、るつば内の半導体原料の加熱溶解時に、円筒体に充填された半導体原料を全てるつば内に落下させることができる。

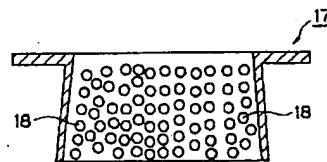
【図1】



【図2】



【図3】



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体単結晶引上げ装置の実施例を概略的に示した断面図。

【図2】実施例の円筒体を示した斜視図と断面図。

【図3】実施例の変形例を示した断面図。

【図4】円筒体の側面面積に対する開口の総面積の比と無転位化率との関係を示したグラフ。

【図5】従来の連続溶解方式のシリコン単結晶引上げ装置を示した断面図。

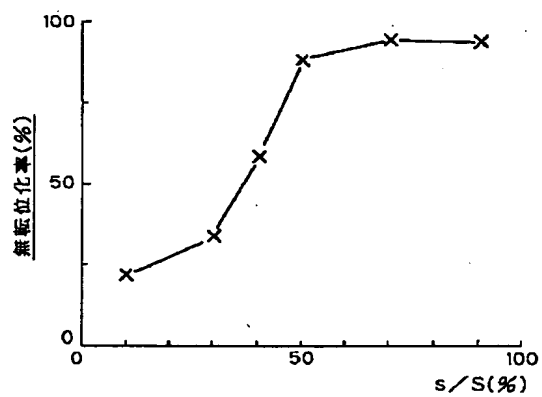
【図6】従来のバッチ溶解方式のシリコン単結晶引上げ装置を示した断面図。

【符号の説明】

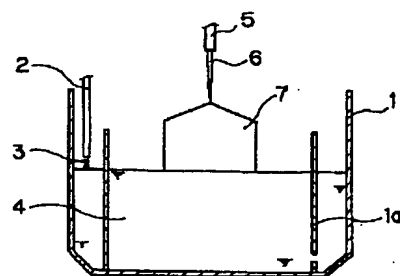
- 4 熔融半導体原料（シリコン融液）
- 5 引上げ具（引上げワイヤー）
- 7 半導体単結晶（シリコン単結晶）
- 8 るつば
- 9 半導体原料（塊状のシリコン原料）
- 17 円筒体
- D1 円筒体の上部内径
- D2 円筒体の下部内径

(5)

【図4】



【図5】



【図6】

